

**Measuring device for determining the torque of a rotating mechanical part**

Patent Number: ☐ [US5027663](#)  
Publication date: 1991-07-02  
Inventor(s): FRISTER FRANK (DE); PFEFFER PETER (DE)  
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Requested Patent: ☐ [DE3737696](#)  
Application Number: US19900477886 19900412  
Priority Number(s): DE19873737696 19871106  
IPC Classification: G01L3/10  
EC Classification: [G01L3/14A6A](#)  
Equivalents: ☐ [EP0395665](#) (WO8904457), B1, ☐ [ES2011393](#), JP3500578T, ☐ [WO8904457](#)

---

**Abstract**

---

PCT No. PCT/DE88/00658 Sec. 371 Date Apr. 12, 1990 Sec. 102(e) Date Apr. 12, 1990 PCT Filed Oct. 26, 1988 PCT Pub. No. WO89/04457 PCT Pub. Date May 18, 1989. A measuring device for determining a torque of a rotating mechanical part includes a torsion element formed as a spoke wheel with at least one radially extending bending rod, a rigid part, and at least one spoke, and a measuring pickup having a measuring element connected with the rigid part, and another measuring element connected with the one spoke. Each of the measuring elements has a disc having a layer of an electroconductive non-magnetic material and a plurality of uniformly spaced regions of an electrically non-conductive material. The measuring device further includes at least one coil which changes impedance in accordance with a relative position of the measuring elements which relative position changes dependent on bending of the bending rod.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3737696 A1

⑤① Int. Cl. 4:  
G01L 3/04

②① Aktenzeichen: P 37 37 696.9  
②② Anmeldetag: 6. 11. 87  
④③ Offenlegungstag: 24. 5. 89

DE 3737696 A1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

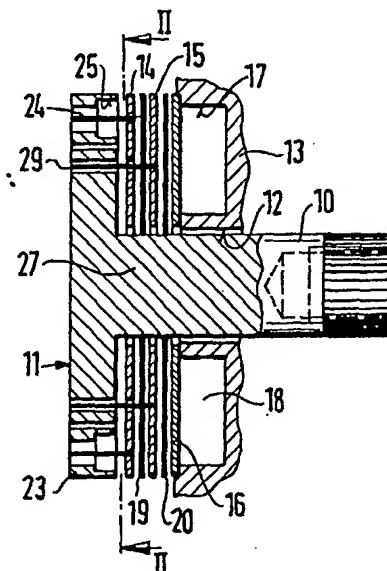
⑦② Erfinder:  
Pfeffer, Peter, 7128 Lauffen, DE; Frister, Frank, 7140  
Schwieberdingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Meßeinrichtung zur Bestimmung des Drehmoments eines rotierenden Maschinenteils

Eine Meßeinrichtung zur Bestimmung des Drehmoments eines rotierenden Maschinenteils weist ein als Speichenrad (11) ausgebildetes Torsionselement auf. Jede zweite Speiche (28) ist vom Kranz (23) des Speichenrads (11) getrennt und mit einer Schlitzscheibe (15) verbunden. Eine andere Schlitzscheibe (14) ist mit dem Kranz (23) des Speichenrads (11) gekoppelt. Bei Durchbiegung der als Biegestäbe dienenden Speichen (26) werden die beiden Schlitzscheiben (14, 15) relativ zueinander verdreht. Dadurch wird nach dem Wirbelstromprinzip in einer mit hochfrequentem Wechselstrom durchflossenen Spule (16) die Impedanz verändert. Das so erzeugte Meßsignal ist abhängig vom eingeleiteten Drehmoment. Besonders vorteilhaft ist die Anwendung der Meßeinrichtung bei elektromotorischen Lenkhilfen bei Kraftfahrzeugen.

FIG. 1



DE 3737696 A1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Meßeinrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Eine derartige bekannte Meßeinrichtung hat zwei zu einer Welle koaxial angeordnete Körper aus elektrisch leitendem, nicht magnetischem Werkstoff, die beide drehfest mit der Welle verbunden sind und gegeneinander verdrehbar sind. Weiterhin ist eine zur Welle koaxiale Spule vorgesehen, die von hochfrequentem Wechselstrom durchflossen und in unmittelbarer Nähe der beiden Körper angeordnet ist. Diese weisen Ausschnitte auf, deren gemeinsame Überdeckungsfläche mit zunehmendem, zwischen den Körpern auftretendem Verdrehwinkel sich ändert, wobei zur Messung der Impedanzänderung der Spule, die durch in den Körpern induzierte Wirbelströme entsteht, die Relativverdrehung der beiden Körper erfaßbar ist. Zur Erzeugung dieser Relativverdrehung ist in axialer Richtung der Welle ein Torsionsstab angeordnet, wodurch die Meßeinrichtung relativ lang baut (DE-PS 29 51 148).

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Meßeinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß sie relativ kurz baut und bei relativ beengten Einbauverhältnissen verwendet werden kann. Bei relativ einfachem Aufbau und kompakter Bauweise ist eine genaue Erfassung des antreibenden bzw. abtreibenden Moments (Drehmoments) möglich.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Merkmale möglich. Mit Hilfe der Anschläge können unzulässig hohe Momente von den Biegestäben ferngehalten werden, wodurch ein Überlastschutz erreicht wird.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Drehmomentsensor, Figur 2 einen Schnitt in Richtung II, Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Schlitzscheibe des Drehmomentsensors, Fig. 3a und Fig. 3b je eine Abwandlung einer Schlitzscheibe und Fig. 4 eine Darstellung des Torsionselements in Grundstellung und im tortierten Zustand.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist mit 10 eine Welle bezeichnet, die an einem Ende einen Flansch 11 aufweist und mit ihrem anderen Ende durch eine Bohrung 12 eines Gehäuses 13 ragt. Zwischen dem Flansch 11 und dem Gehäuse 13 sind zwei Schlitzscheiben 14, 15 konzentrisch zu der Welle 10 angeordnet. Den Stirnseiten der Schlitzscheiben 14, 15 zugewandt, ist am Gehäuse 13 eine Flachspule 16 befestigt. Statt einer Flachspule 16 ist auch eine andere Spulenform denkbar, wobei die Flachspule 16 aber besonders kompakt und raumsparend baut. Ferner ist im Gehäuse 13 eine zu den Schlitzscheiben 14, 15 hin offene Ausnehmung 17 ausgebildet, in der eine Sensorelektrode 18 zur Auswertung der an der Flachspule 16 abge-

griffenen Meßsignale angeordnet ist. Die Schlitzscheiben 14, 15 sind aus einem elektrisch leitenden, nicht magnetischen Werkstoff hergestellt oder mit einer Schicht aus diesem Werkstoff überzogen. Zwischen den beiden Schlitzscheiben 14, 15 und zwischen der Schlitzscheibe 15 und der Flachspule 16 befindet sich je eine Gleitzwischenlage 19 bzw. 20.

Der Flansch 11 ist als Speichenrad ausgebildet. Er weist einen äußeren Kranz 23 auf, der über ein Verbindungsteil 24 starr mit der Schlitzscheibe 14 verbunden ist. Ferner sind im Kranz 23 im Abstand von ca. 90° mehrere durchgehende Bohrungen 25 ausgebildet, über die z.B. ein nicht dargestellter Elektromotor angeflanscht werden kann. Dadurch kann auf den Kranz 23 ein Antriebsdrehmoment eingeleitet werden. Nur jede zweite Speiche 26 des Speichenrads ist fest mit der Nabe 27 und dem Kranz 23 verbunden und dient somit als Biegestab. Die übrigen Speichen 28 sitzen zwar fest auf der Nabe 27 auf, sind aber vom Kranz 23 getrennt. Diese Speichen 28 sind mit der Schlitzscheibe 15 starr verbunden. Hierzu ist an dem dem Kranz 23 zugewandten Ende der Speichen 28 in einer Bohrung ein Verbindungsteil 29 befestigt. Die Schlitzscheibe 15 kann aber auch mit der Welle 10 direkt verbunden sein.

Die Speichen 28 mit dem einen freien Ende sind dicker ausgebildet als die Speichen 26, so daß sie eine hohe mechanische Biegefestigkeit aufweisen. Im Bereich der freien Enden der Speichen 28 befinden sich in Drehrichtung gesehen links und rechts der Enden Anschläge 30. Die Anschläge 30 sind so angeordnet, daß ein Verdrehwinkel der Speiche 28 vom ca. 0,3 bis 0,7° möglich ist.

In Fig. 3 ist eine Draufsicht auf eine Schlitzscheibe 14 bzw. 15 dargestellt. Die Schlitzscheibe weist mehrere radiale Schlitzze 33 auf, die im gleichen Winkelabstand zueinander angeordnet sind und gleiche Winkelgröße aufweisen.

Bei der Darstellung der Schlitzscheibe 14a bzw. 15a in Fig. 3a weisen die Schlitzze 34, 35 gegenüber der Ausführung in Fig. 3 jeweils nur die halbe radiale Länge aber wieder gleiche Winkelgröße auf. Ferner sind die Schlitzze 34, 35 so gegeneinander versetzt, daß sich jeweils maximal die Kanten der Schlitzze überdecken. Bei dieser Ausbildung der Schlitzscheibe 14a bzw. 15a ist für jede Schlitzreihe 34 bzw. 35 eine Spule notwendig. Diese beiden Spulen sind elektrisch in Reihe geschaltet, so daß eine Differenzschaltung der beiden Meßsignale möglich ist. Hierbei ist eine der beiden Schlitzscheiben entsprechend der Fig. 3, die andere entsprechend Fig. 3a auszubilden. Durch die versetzte Ausbildung der Schlitzreihen 34 und 35 und den beiden Spulen ist es möglich zu erkennen, ob ein links- oder rechtsdrehendes Moment gemessen wird. In der Fig. 3b sind die Schlitzze 34a, 35a im Unterschied zur Fig. 3a flächengleich ausgebildet.

Wird auf den Flansch 11 ein Drehmoment  $M_1$ , z.B. ein Antriebsdrehmoment eingeleitet, so kann über die Welle 10 ein Drehmoment  $M_2$ , ein sogenanntes Abtriebsdrehmoment abgegriffen werden, wodurch die als Biegestäbe dienenden Speichen 26 geringfügig durchgebogen werden. In Fig. 4 ist hierzu in ausgezogenen Linien das Speichenrad 11 mit den Speichen 26, 28 in Grundstellung, d.h. mit nicht gebogenen Speichen 26 dargestellt. Mit gestrichelten Linien ist das Speichenrad mit gebogenen Speichen 26 eingezeichnet. Es ist ersichtlich, daß die Speichen 28 proportional zur Durchbiegung der Speichen 26 bewegt werden. Da die Schlitzscheibe 14 starr mit dem Kranz 23 und die Schlitzscheibe 15 starr mit den Speichen 28 verbunden sind, wird eine Verdrehung der beiden Schlitzscheiben 14, 15 um

einen bestimmten Winkel  $\phi$  bewirkt. Wird die Spule 16 von einem hochfrequenten Wechselstrom durchflossen, so wird auf der Oberfläche der beiden Schlitzscheiben 14, 15 ein Wirbelstrom erzeugt. Durch das veränderliche Überdeckungsverhältnis der beiden Schlitzscheiben 14, 15 wird die Wirbelstromausbildung erhöht bzw. erniedrigt. Die sich dadurch verändernde Impedanz der Flachspule 16 ist abhängig vom gemessenen Drehmoment. Die so gewonnenen Meßsignale werden der Auswerteschaltung 18 zugeführt, so daß ein angeschlossenes Maschinenteil gesteuert bzw. geregelt werden kann. Die Anschläge 30 dienen als Überlastschutz für die als Biegestäbe ausgebildeten Speichen 26. Wie oben ausgeführt wird bei Einleitung eines bestimmten Antriebsmoments ein entsprechender Verdrehwinkel der Speichen 28 erreicht. Wird aber ein bestimmtes Moment überschritten, so kommen die Speichen 28 an den Anschlägen 30 zum Anliegen. Das zusätzliche Moment wird über die Anschläge 30 übertragen, wodurch unzulässig hohe Momente von den Speichen 26, den Biegestäben, ferngehalten werden. Dadurch ist ein sogenannter Überlastschutz möglich, der ein Brechen der Speichen 26 verhindert.

Besonders vorteilhaft ist eine Anwendung des Drehmomentsensors bei einer elektromotorischen Lenkhilfe für ein Fahrzeug. Die Welle 10 führt dann zum Lenkgetriebe. An dem Flansch 11 ist die Lenkwelle oder ein Servomotor befestigt. Bei Lenkhilfen ist eine besonders kompakte Bauweise notwendig, die durch eine radiale Ausbildung der Biegestäbe ermöglicht wird.

#### Patentansprüche

1. Meßeinrichtung zur Bestimmung des Verdrehwinkels oder Drehmoments eines rotierenden Maschinenteils mit einem Torsionselement (11) und Mitteln zur Bestimmung der relativen Verdrehung zweier Meßelemente (14, 15), dadurch gekennzeichnet, daß das Torsionselement (11) mindestens einen in radialer Richtung verlaufenden Biegestab (26) aufweist und daß ein erstes Meßelement (14) mit einem starren Teil (23) des Torsionselements (11) und ein zweites Meßelement (15) mit einem zweiten Körper (28) verbunden ist, das abhängig von der Biegung des Biegestabs (26) bewegt wird.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Torsionselement (11) ein Speichenrad ist, daß das erste Meßelement (14) mit dem Kranz (23) des Speichenrads verbunden ist und daß das Speichenrad mindestens eine ein freies Ende aufweisende Speiche (28) hat, die mit dem zweiten Meßelement (15) verbunden ist.
3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Torsionselement (11) ein Speichenrad ist, daß das erste Meßelement (14) mit dem Kranz (23) des Speichenrads verbunden ist und daß das zweite Meßelement (15) mit der Welle (10) verbunden ist.
4. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente Scheiben (14, 15) sind, die mindestens eine Schicht aus elektrisch leitendem, nicht magnetischem Werkstoff und im regelmäßigen Abstand Bereiche (33) aus elektrisch nicht leitendem Werkstoff aufweisen.
5. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche (33) radial verlaufende Schlitzte mit gleicher Winkelgröße sind.

6. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche (33) radial verlaufende Schlitzte (34, 35) mit gleicher Winkelgröße sind, die halbe radiale Länge aufweisen und in zwei Ebenen so angeordnet sind, daß sich die Kanten der Schlitzte (34, 35) überdecken.

7. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche radial verlaufende Schlitzte (34a, 35a) mit gleicher Winkelgröße sind, die flächengleich sind und in zwei Ebenen so angeordnet sind, daß sich die Kanten der Schlitzte (34a, 35a) überdecken.

8. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichen (28) mechanisch fester ausgebildet sind als die Biegestäbe (26).

9. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des freien Endes der Speichen (28) Anschläge (30) angeordnet sind.

10. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangswelle die Lenkwelle eines Fahrzeugs ist und die Ausgangswelle (10) zum Lenkgetriebe führt.

3737696

1/2

FIG. 1

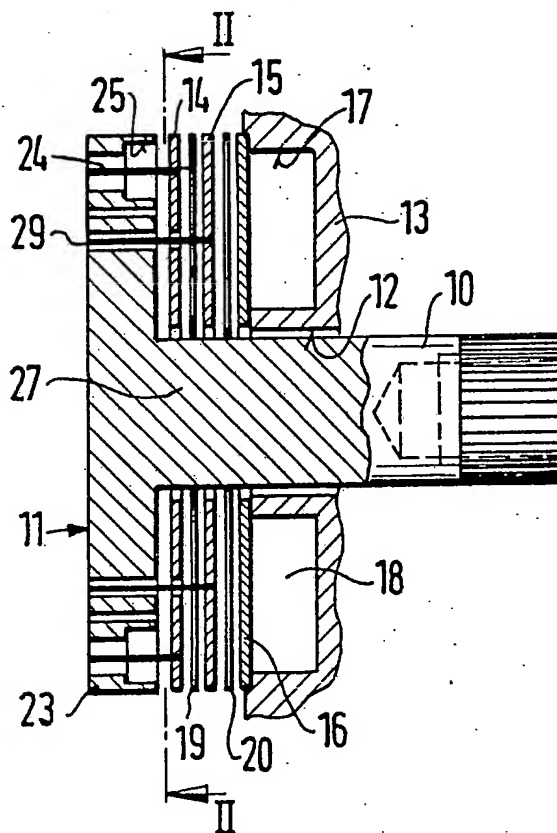


FIG. 2

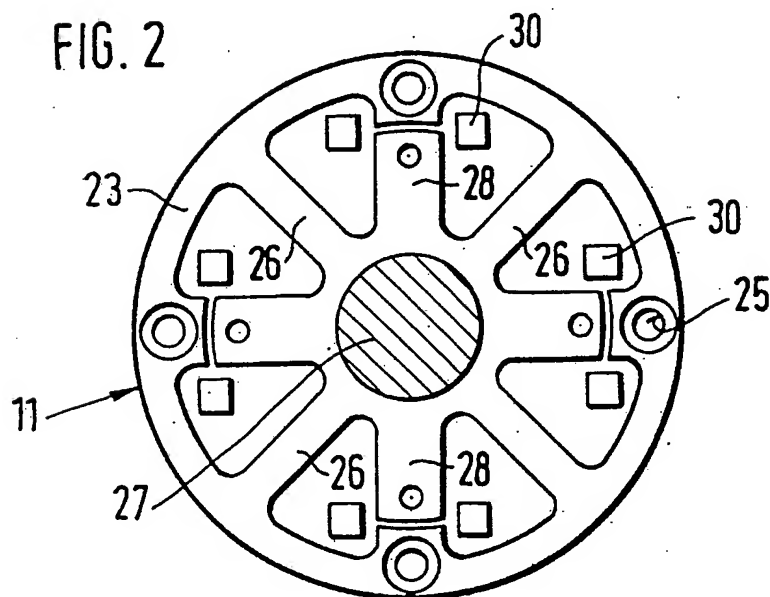


FIG. 3

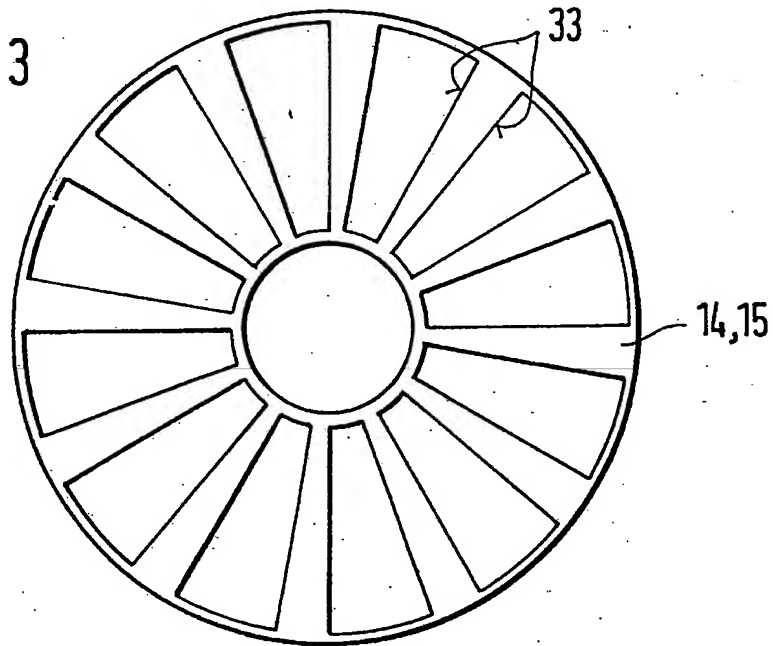


FIG. 3a

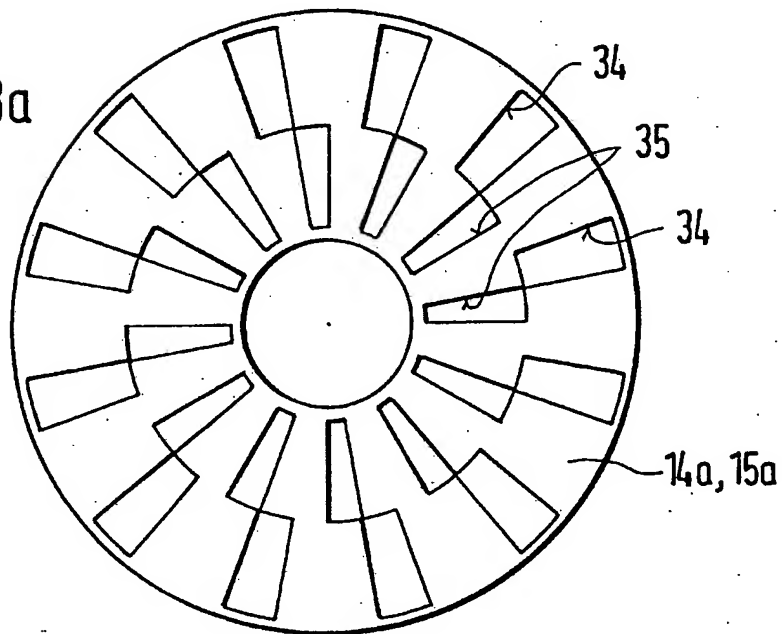


FIG.3b

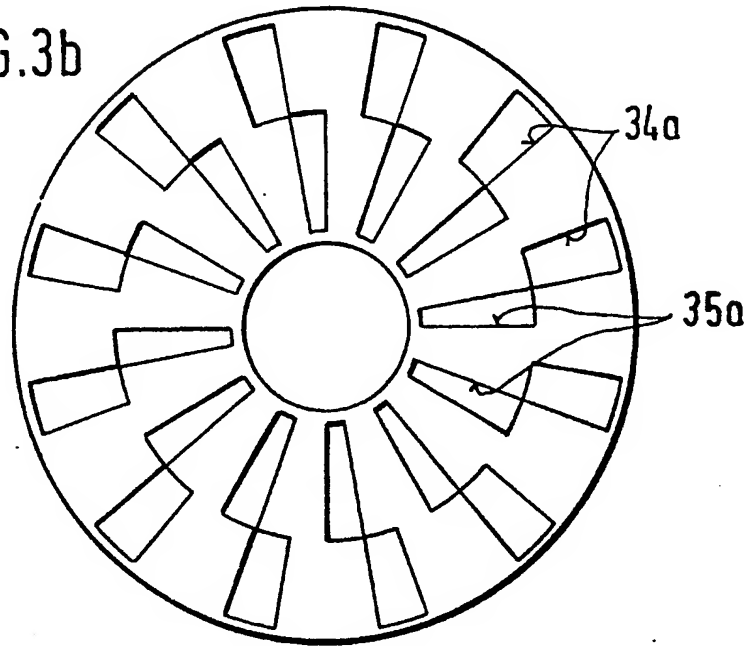


FIG.4

